

*Сай Павло,
студент VI курсу, спеціальність «Фізика».
Науковий керівник – Шеремет В. М.,
кандидат фізико-математичних наук*

ОПТИМІЗАЦІЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОМІЧНИХ КОНТАКТІВ ДО n-InN ПІСЛЯ ШВИДКОЇ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ

Сьогодні одними з найперспективніших напівпровідникових матеріалів являються III-нітриди: GaN, AlN, InN і тверді розчини на їх основі. Ці напівпровідники широко використовуються в оптоелектроніці і, маючи ширину забороненої зони 3,4 еВ; 6,2 еВ та 0,7 еВ відповідно, при використанні твердих розчинів на їх основі дозволяють перекрити широкий діапазон електромагнітного випромінювання у видимому діапазоні. Нітрид індія – прямозонний напівпровідник групи тринітридів з вузькою забороненою зоною, малою ефективною масою, високим значенням швидкості насичення і високою рухливістю електронів [1], що робить цей матеріал перспективним для створення високошвидкісних напівпровідникових приладів, терагерцових емітерів, детекторів і високоєфективних сонячних батарей.

На шляху до розробки напівпровідникових приладів на основі InN насамперед постає завдання отримати низькоомні високонадійні, термостійкі омічні контакти до даного напівпровідника. Як показують результати досліджень [2, 3], для отримання таких контактів провідне значення має стабільність їх шарової структури і відсутність неконтрольованого масопереносу атомів металізації під дією факторів деградації: високі температури, електромагнітні й іонізуючі впливи. Для цього необхідно використовувати багат шарову структуру металізації, яка повинна включати контактоутворюючий шар, дифузійний бар'єр, в ролі якого виступають тугоплавкі метали та їх сполуки і контактуючий шар, який використовується для контакту з підвідними провідниками.

У даній роботі були досліджені епітаксiальні плівки n-InN товщиною 2,5 мкм з концентрацією донорів $\sim 8.3 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$, вирощені в ФТІ ім. Йоффе РАН методом молекулярно-променевої епітаксії з плазмовою активацією (РАМБЕ) на підкладці з Al_2O_3 , вкритою буферним шаром GaN товщиною 0,9 мкм. На них формувались омічні контакти методом послідовного вакуумного напилення шарів металізації Au(100 нм)-Ti(50 нм)-Pd(30 нм) через маску на підігріту до $T=350^\circ\text{C}$ гетероструктуру n-InN/GaN/ Al_2O_3 . Отримані контактні структури Au-Ti-Pd-n-InN/GaN/ Al_2O_3 характеризувались лінійними симетричними ВАХ, що вказує на формування омічного контакту.

Вимірювання питомого контактного опору (ρ_c) даних зразків проводилось методом лінії передачі. Отримана величина ρ_c при кімнатній температурі становила $3 \cdot 10^{-4} \text{ Ом} \cdot \text{см}^2$. Для покращення контакту між металізацією та напівпровідником використовувалась швидка термічна обробка (ШТО) температурою 350°C тривалістю 2 хв. В результаті питомий контактний опір зменшився в 6 разів, до $\rho_c = 5 \cdot 10^{-5} \text{ Ом} \cdot \text{см}^2$, також при цьому спостерігалось зменшення розкиду величин питомого контактного опору по пластині. Додатковий відпал температурою 370°C та тривалістю 2 хв привів до подальшого зменшення питомого контактного опору до $\rho_c = 3,2 \cdot 10^{-5} \text{ Ом} \cdot \text{см}^2$, та зменшення розкиду більше ніж в тричі у порівнянні з вихідним (на 68,7 %). Оскільки параметри отриманого омичного контакту є близькими до теоретично обрахованої межі, то для даного сформованого контакту вимірювалась температурна залежність $\rho_c(T)$ з метою визначення механізмів струмопереносу в ньому. Класичні механізми струмопереносу такі як термоелектронна, термопільова та пільова емісії передбачають спадну залежність від температури або її відсутність, однак отримана в даній роботі залежність $\rho_c(T)$ характерна для металів – а саме спостерігалось зростання ρ_c в досліджуваному діапазоні температур від 100 К до 380 К (рис. 1).

Враховуючи той факт, що в даних гетероструктурах наявна висока густина дислокацій, що реалізується внаслідок розходження

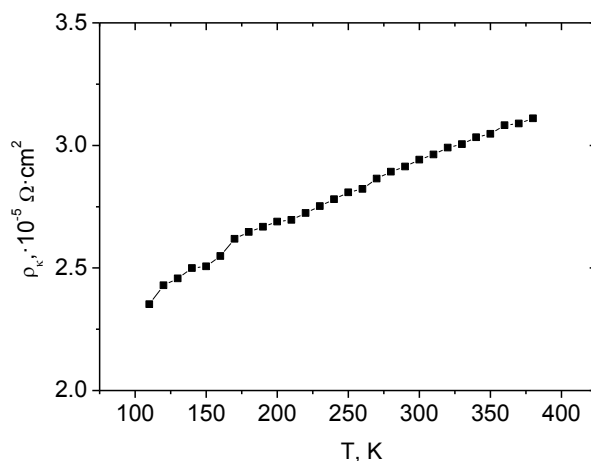


Рис. 1. Експериментальна залежність $\rho_c(T)$ омичного контакту Au-Ti-Pd-n-InN

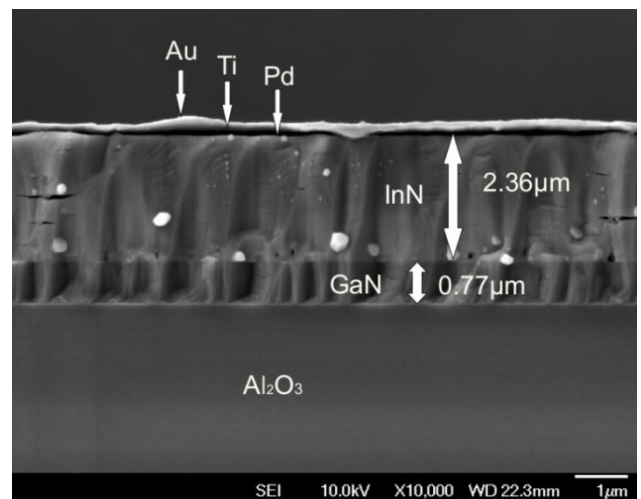


Рис. 2. Скол контактної структури Au-Ti-Pd-n-InN/GaN/Al₂O₃

параметрів кристалічних ґраток шарів InN та GaN на 11 % та частково підтверджується результатами дослідження мікрофотографій сколу даних структур (рис. 2), отримана залежність $\rho_c(T)$ може бути описана механізмом струмопереносу по металевим шунтам [4-6], які формуються в дислокаціях. Однак, для остаточного визначення необхідні подальші дослідження.

Автор висловлює подяку співробітникам ФТІ ім. Йоффе РАН за виготовлення плівок та НДІ "Оріон" за нанесення металізації, а також В. В. Шинкаренку за обговорення результатів та корисні дискусії.

Література

1. Davydov V. Yu., Klochikhin A. A. Electronic and vibrational states in InN and $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ solid solutions. Semiconductors, 2004, V. 38, No 8, pp. 861-898
2. Бланк Т. В. Механизмы протекания тока в омических контактах металл-полупроводник : обзор / Т. В. Бланк, Ю. А. Гольдберг // ФТП, 2007. — Т. 41. — № 11. — С. 1281–1308.
3. Noor Mohammad S. Contact mechanisms and design principles for alloyed ohmic contacts to n-GaN / S. Noor Mohammad / J. Appl. Phys. — 2004. — V. 95. — N 12. — Pp. 7940–7953.
4. Беляев А. Е., Болтовец Н. С., Конакова Р. В. и др. // ФТП. — 2012. — Т. 46. — № 3. — С. 344–347
5. Саченко А. В., Беляев А. Е., Бобыль А. В. и др. // ФТП. — 2012. — Т. 46. — № 3. — С. 348–355
6. Sachenko A. V., Belyaev A. E., Boltovets N. S., et. al. J. Appl. Phys. — V. 111. — N 8. — 2012. — P. 083701.